超広視野 近赤外スペースミッション Wide-field near-Infrared Surveyor for High-z

岩田 生¹, 山田 亨², 常田 佐久¹ ほか 超広視野近赤外スペースミッション検討グループ (1: 国立天文台 2:東北大)

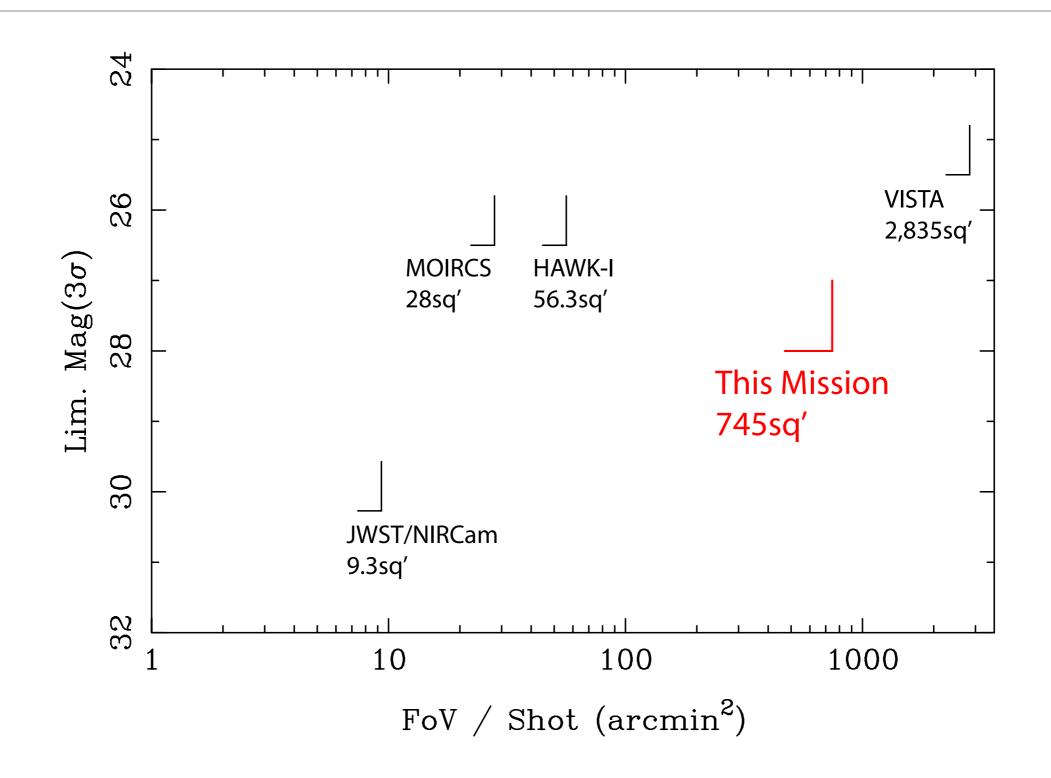
メンバー構成

- 山田 亨:PI, 市川 隆 (東北大)
- •岩田生,常田佐久,児玉忠恭,諸隈智貴,小宮山裕(国立天文台)
- 松原 英雄, 和田 武彦, 大藪 進喜 (宇宙研)
- 河合 誠之 (東工大)
- •太田耕司,矢部清人(京大)
- ・土居守,安田直樹,内一・勝野由夏(東大)
- ・後藤 友嗣(ハワイ大)

超広視野近赤外スペースミッション: 概要

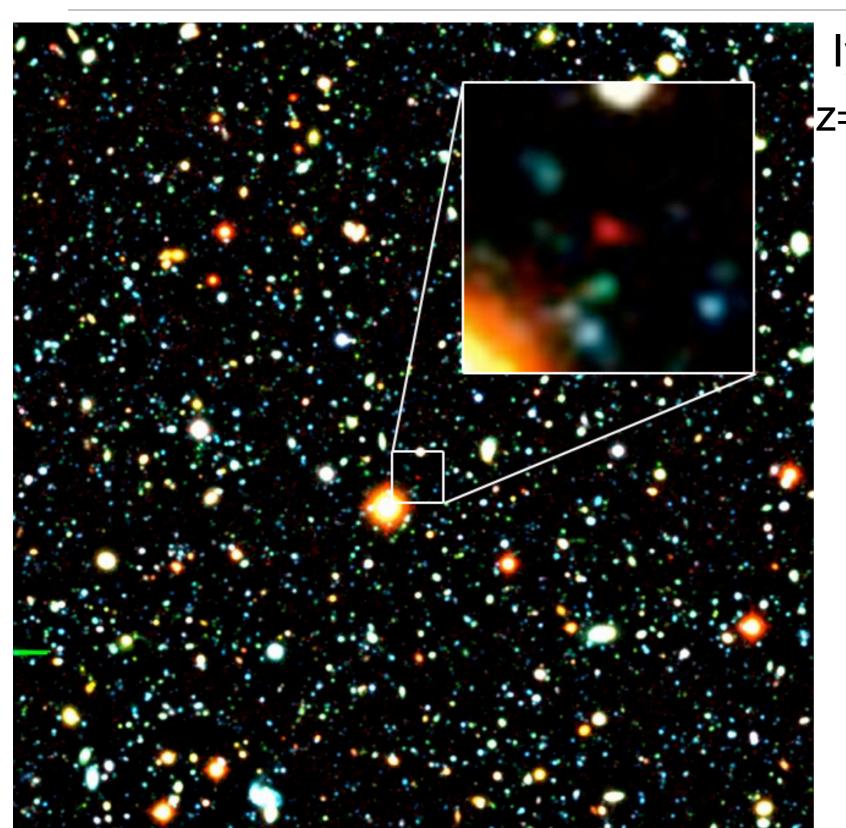
- •口径1.5m望遠鏡
- 視野: ~30′φ(700 arcmin²/shot)
- 波長域: 1-5µm
- ・地上から達成不可能な深いサーベイ: ~28AB(<3μm)
- ・専用ミッションによる広いサーベイ
- ・打ち上げ: 2010年代中盤

他の近赤外装置との比較(深さ・視野)





すばる望遠鏡広視野サイエンスの成果

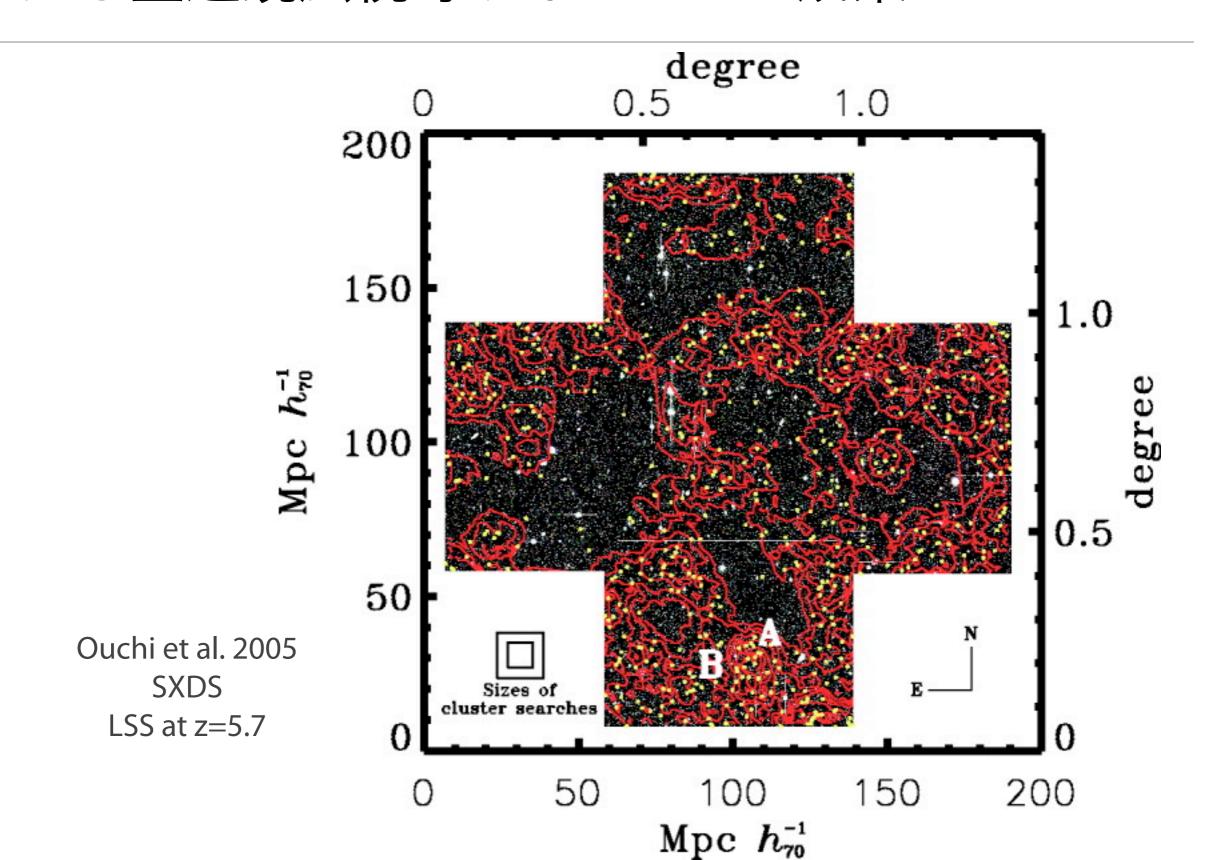


lye, Ota, Kashikawa+2006 z=6.964 (宇宙年齢7.5億年)

> 現在確認されている 最遠方の天体

0.97μmの輝線で検出

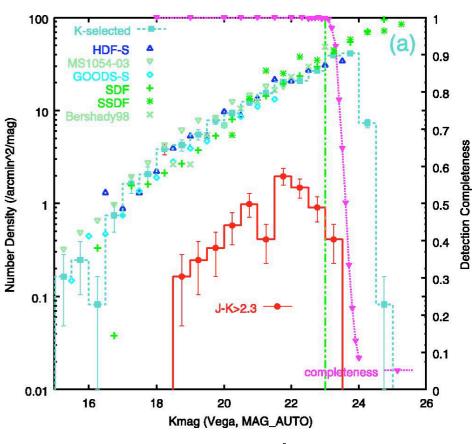
すばる望遠鏡広視野サイエンスの成果



すばる望遠鏡広視野サイエンスの成果

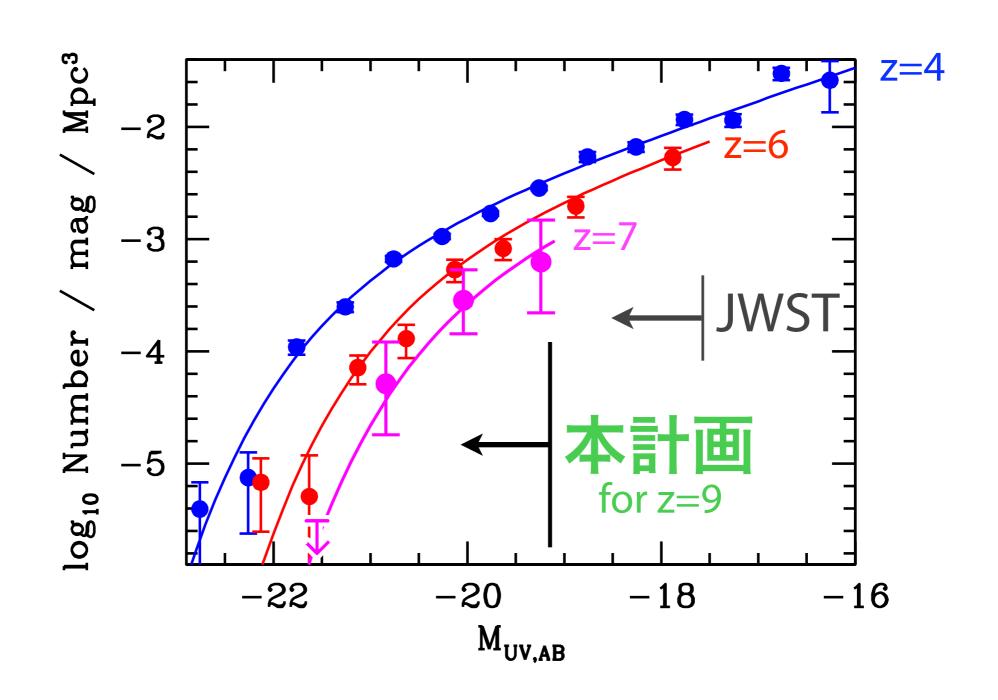
• MOIRCS - 広視野近赤外カメラ





Kajisawa et al. 2007 turn-off of DRG num count

科学目標(1): 最遠方=宇宙最初の銀河の検出



最遠方の銀河:期待される検出数

- ・100平方度ウルトラディープサーベイでの期待数
- z=7での現在の観測結果から進化を仮定して推定

	z=7から進化なし	z>7で減少
z=7-8 (z-drop)	220,000	←
z=8-11 (J-drop)	180,000	26,000
z=11-14 (H-drop)	68,000	6,336

「z>7で減少」: z=7からM*+1.0等の光度関数進化の場合

最初期の銀河を確実に検出できる

ビッグバンからの

経過時間

30万年

5億年

z~6 10億年

ビッグバン

◆宇宙は電離ガスで 満たされている

水素ガスが中 性・不透明に

宇宙の暗黒時代

銀河、クェーサーの 形成 宇宙再電離開始

宇宙のルネサンス - 暗黒時代の終焉

◆再電離の完了、 宇宙は再び透明に

銀河の進化

太陽系の形成

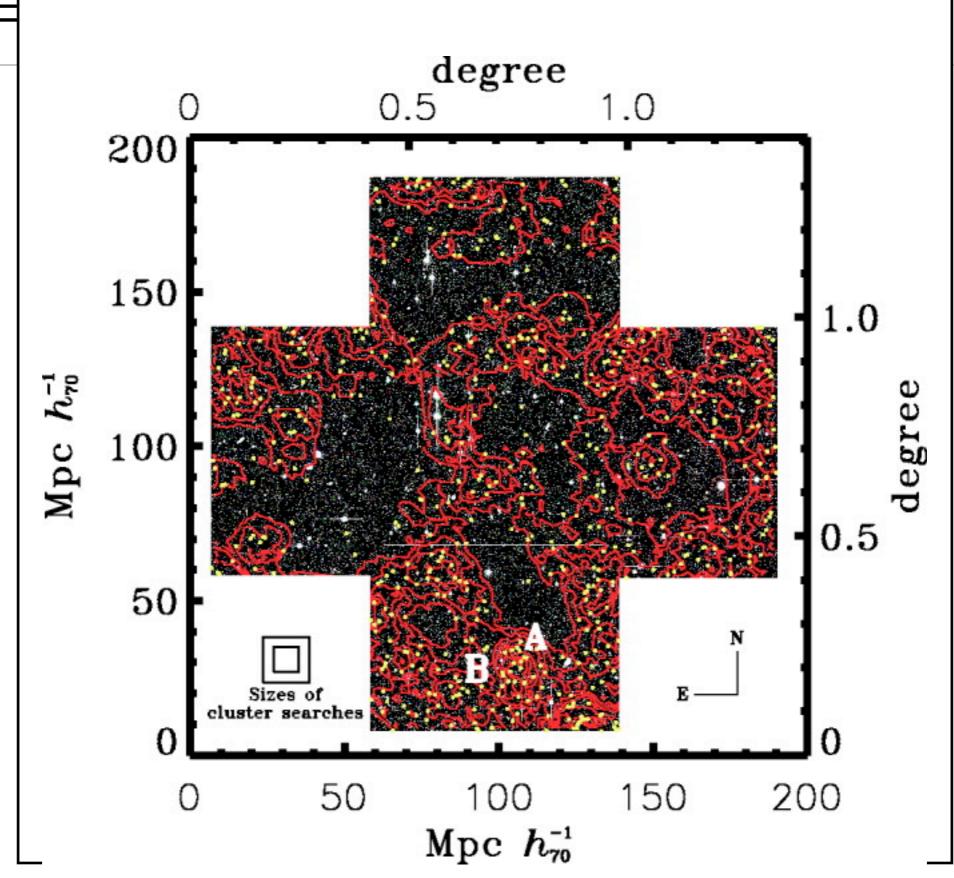
from the Keck web page. Djorgovski+

90億年

科学目標(2): 宇宙暗黒時代の系統的探査

- ・宇宙再電離完了(z~6; 宇宙年齢10億年)までの「暗黒時代」を探る
- ・どんな天体が、いつ、どのように、再電離を起こしたのか?
- ・z>6の大量の銀河サンプルで宇宙再電離過程と銀河形成の関係 を明らかにする
- ・ワイドサーベイでQSO候補を大量に見つける
 - ・紫外線スペクトルに刻まれた中性水素吸収から電離状態を探 る

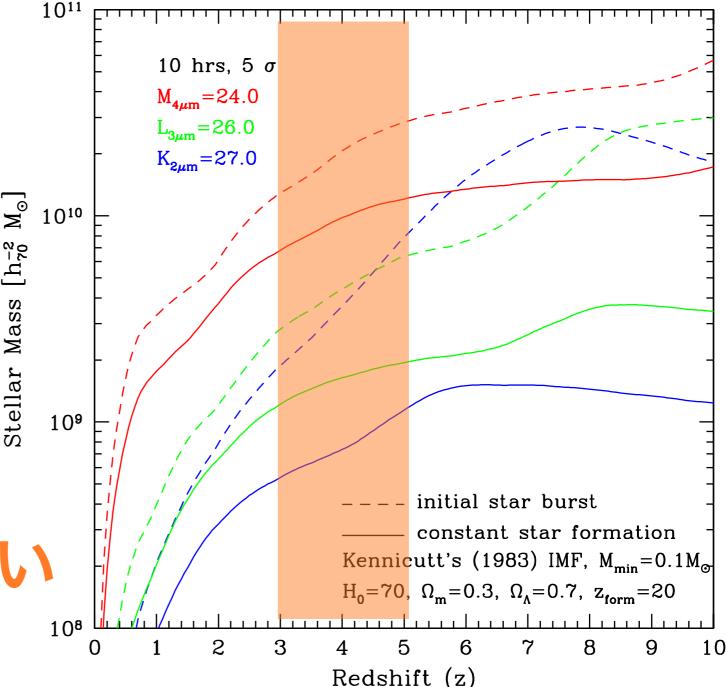
科学目



科学目標(3): 星質量進化から探る銀河形成史

検出限界と銀河星質量の関係

- 質量集積過程=銀河形成の最重要過程
- ・宇宙年齢が1/10の時代のビルディングブロックから現在の銀河まで定量化
- さらに、この銀河形成のタイムスケールを環境の関数として描き出す



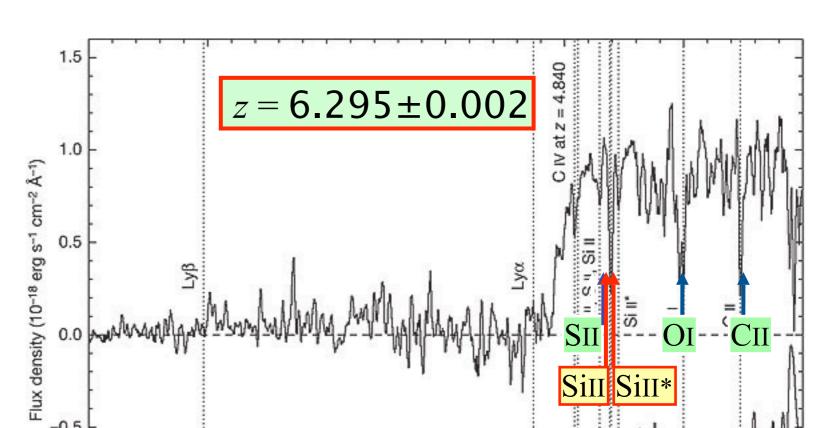
現状より1桁以上深い

by T. Kodama

科学目標(4): 変光天体で探る宇宙

- ・ディープサーベイ=変光天体サーベイ
 - ・Ia型超新星による宇宙論パラメータ探査
 - ダスト吸収の影響の少ないAGN探査
 - ・ガンマ線バースト: 宇宙最初期のプローブ

Subaru/FOCASによる 史上最遠GRBのスペクトル Kawai et al. 2006



2010年代の大型計画との親和性

• 地上超大型望遠鏡 (TMT)

• 発見した候補天体の分光観測による赤方偏移測定

SPICA

- 波長域が相補的(SPICAは5-200μm)
- ・主として大口径を活かした中遠赤外線の分光観測→相補的

JWST

・ 感度は高いが視野が狭い→フォローアップ観測に最適

科学的目標: まとめ

- ・最遠方=宇宙最初の銀河の発見
- 宇宙暗黒時代の系統的探査
- ・ 星質量から探る銀河と大規模構造の形成史
- ・変光天体で探る宇宙: SNe, AGN, GRB
- ・ 近傍銀河、銀河系サーベイ、系外惑星探査にも非常に強力

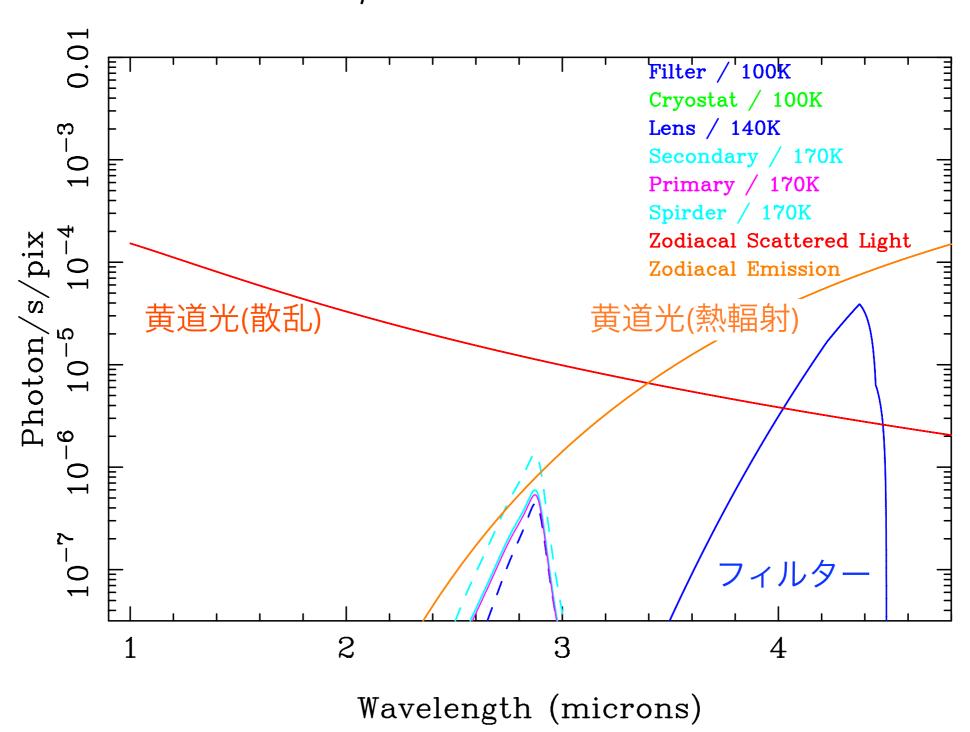
- すばるの成果からのダイレクトな発展
- 2010年代の大型計画との高い親和性

仕様と実現性

望遠鏡			
口径	1.5m		
視野	700平方分		
軌道	L2 (近地球も検討)		
冷却	焦点面100K(受動的)		
広視野赤外線カメラ			
波長域	1-5µm		
空間サンプリング	0.15"/画素		
広帯域撮像	5バンド程度		
狭帯域フィルターorスリットレス分光: 検討			
ミッションライフタイム	5年程度		

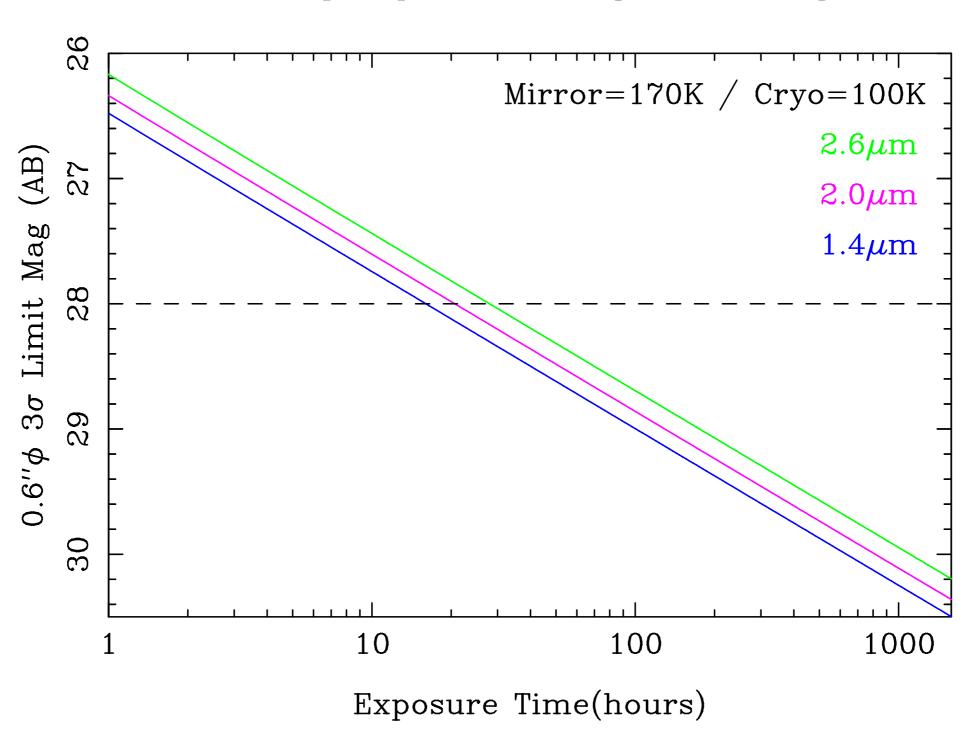
検出器=100K, 鏡=170Kでの熱的輻射

1.5 m $2.6 \mu \text{m}$ CRY0=100K MIRROR=170K



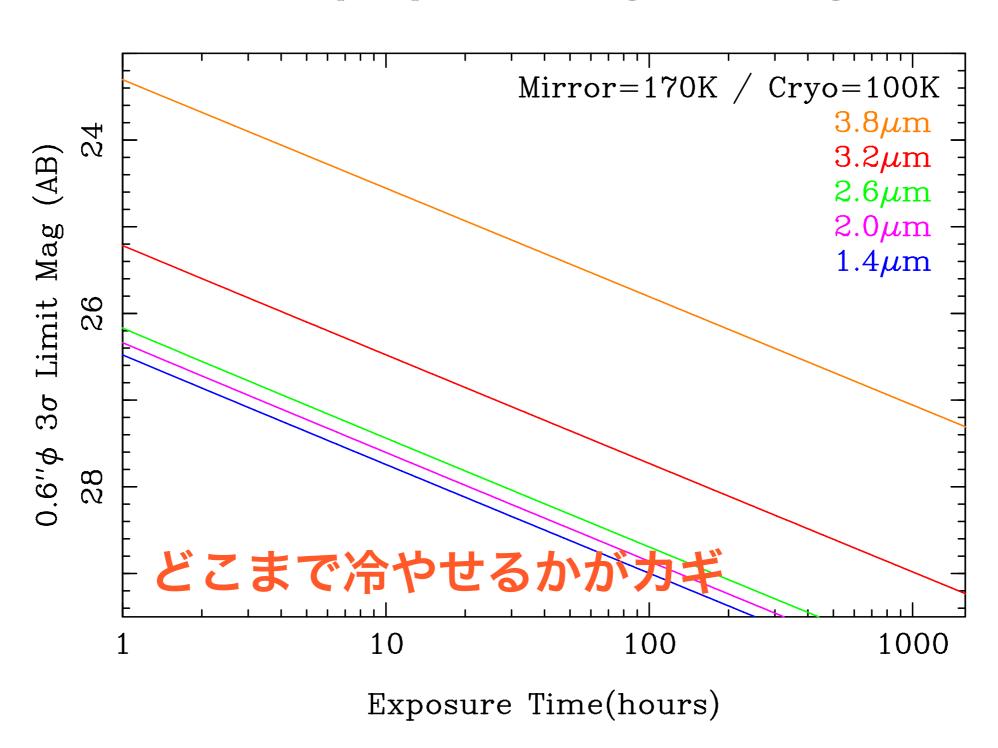
1-3μmでの期待される感度

Limiting Mags for 1.5m Space Telescope



4-5μmでの期待される感度

Limiting Mags for 1.5m Space Telescope



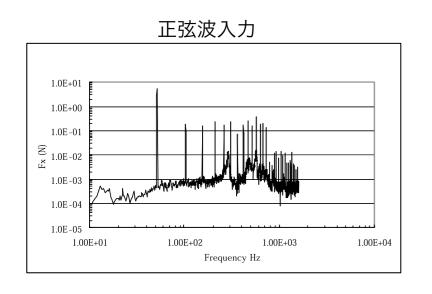
これまでの技術検討および開発

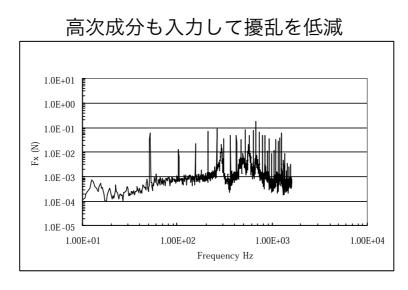
これまでの技術検討・開発

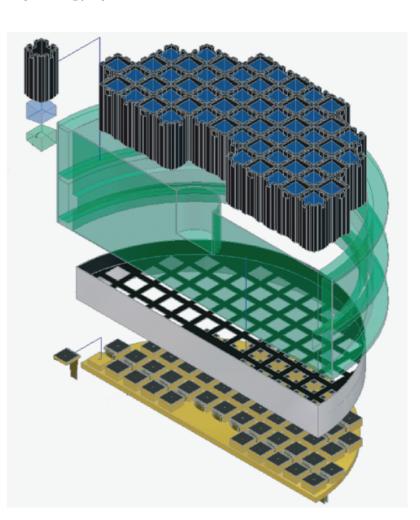
- HOP超広視野カメラプロジェクトでの検討・開発
- 超広視野カメラ実現のためのキーコンポーネントの検討
 - 光学系
 - 大型フィルター交換機構試作

HOP超広視野カメラプロジェクトでの検討

- ・ 超広視野のための光学系
- ・宇宙対応のCCD読み出し系
- ・大型フィルターの試作、宇宙環境での耐久性試験
- 冷凍機の擾乱低減に向けた研究





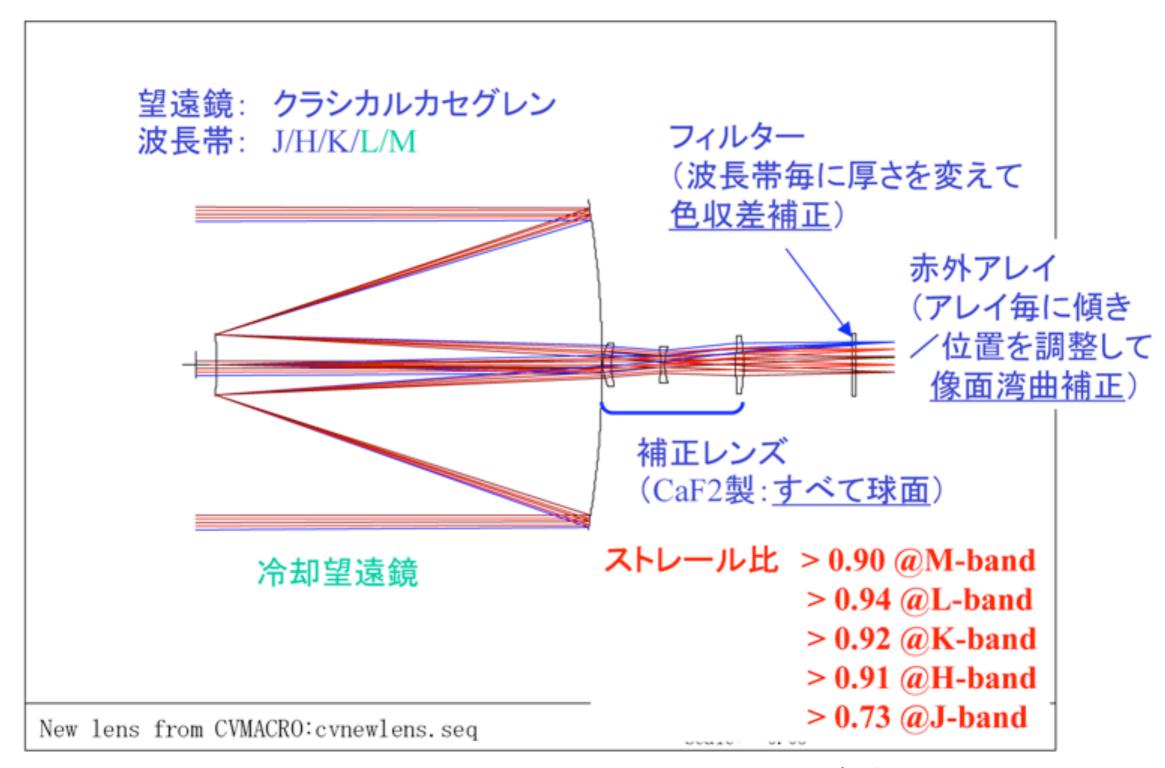


光学系検討

- 1.クラシカルカセグレン+補正レンズ
- 2.リッチクレチアン+平面鏡+非球面鏡

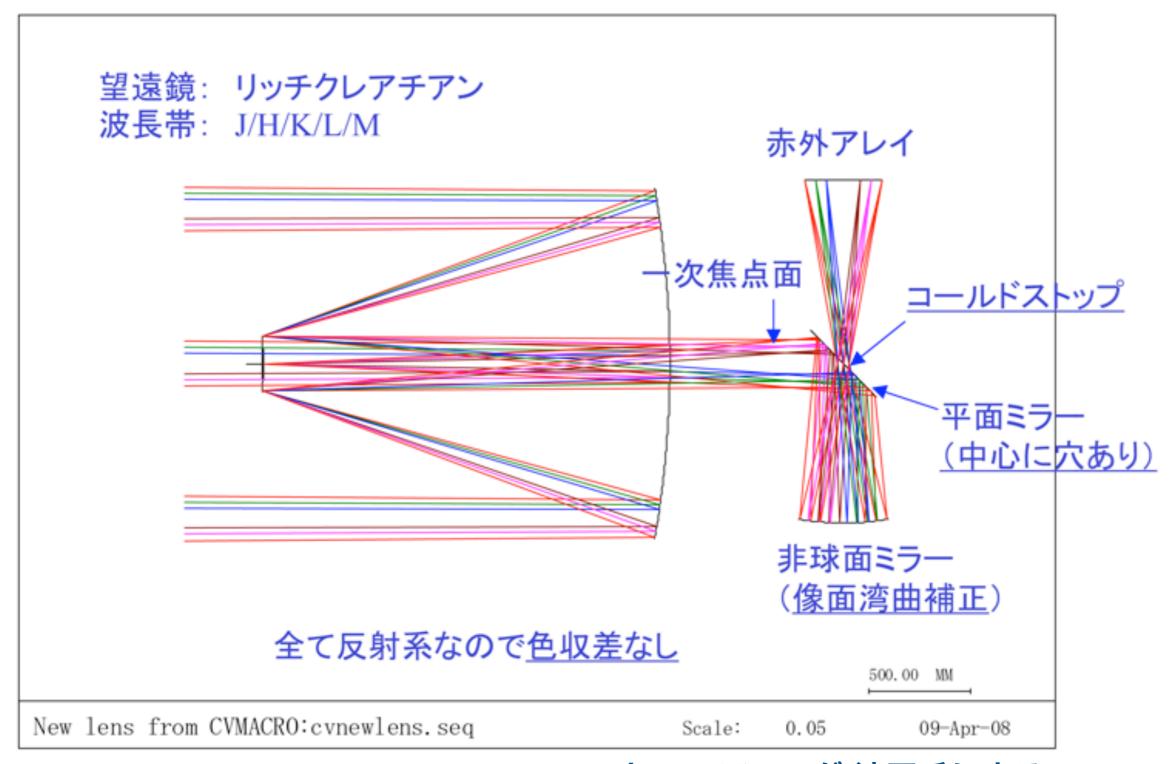
- 冷却への要求、試験環境
- ・組み立て公差への要求
- ・望遠鏡構造への影響
- ・などを考慮して現在検討中

光学系検討例(1): カセグレン+補正レンズ



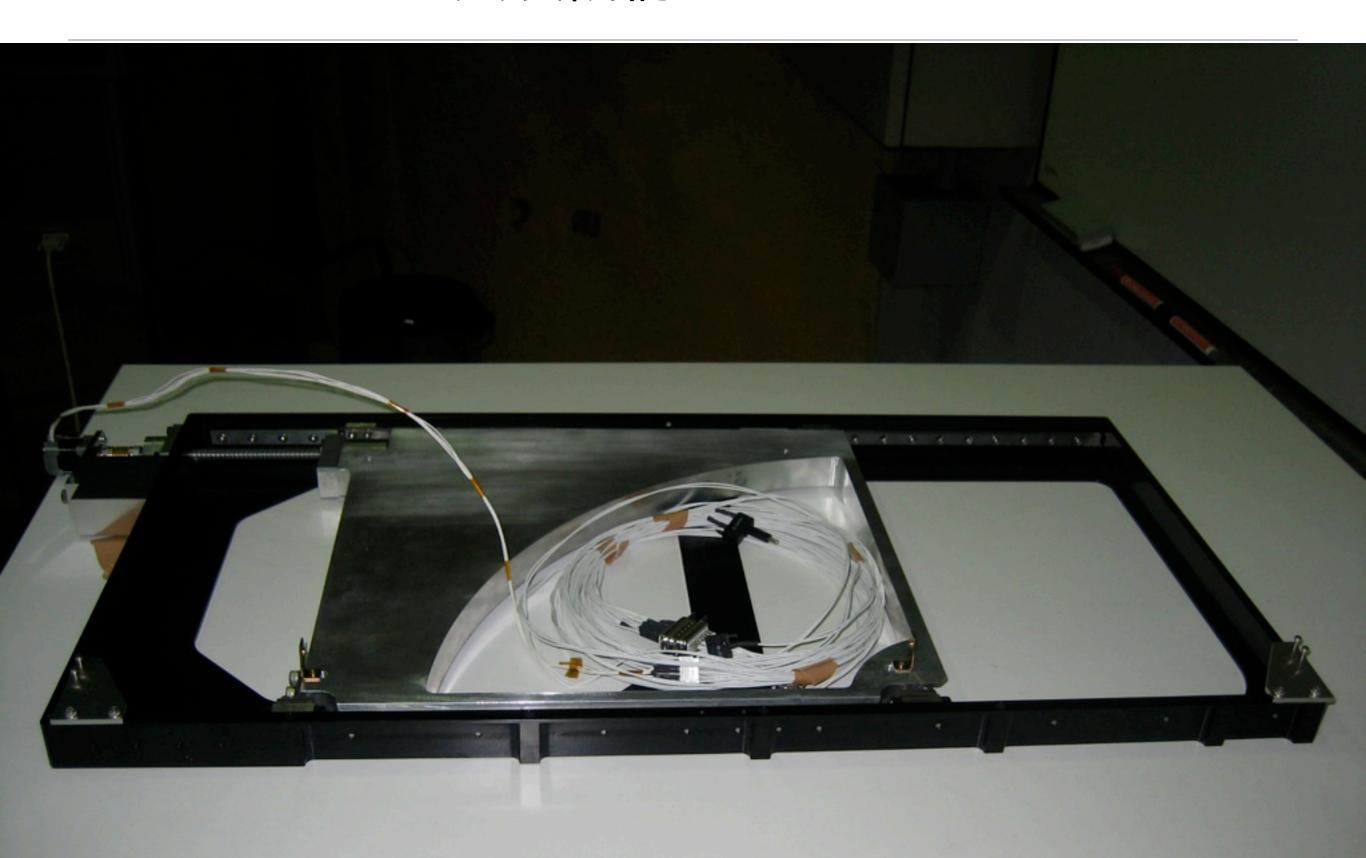
フォトコーディング 池田氏による

光学系検討例(2): リッチクレチアン+鏡



フォトコーディング 池田氏による

大型フィルター交換機構

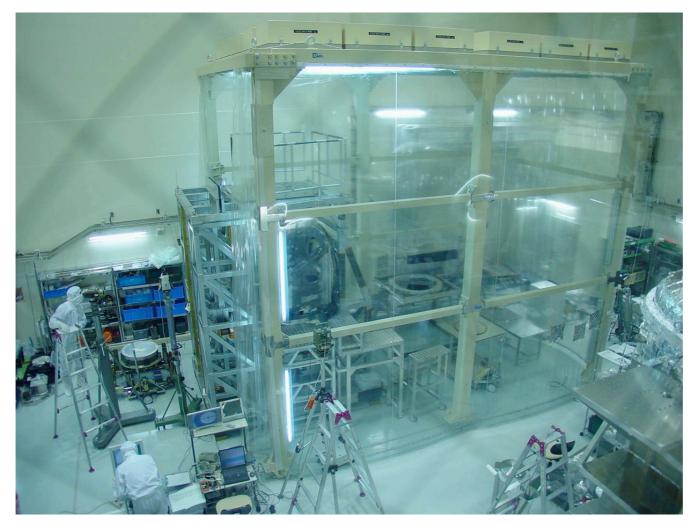


大型フィルター交換機構: 耐久試験(真空環境)



「ひので」の成果: 国立天文台先端技術センター

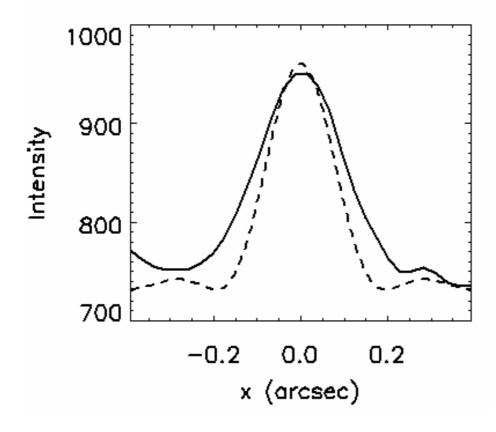
- ・先端技術センターにおけるスペース開発環境の整備
 - 190m², 10m高のクリーンルーム
 - ・大型真空チャンバー

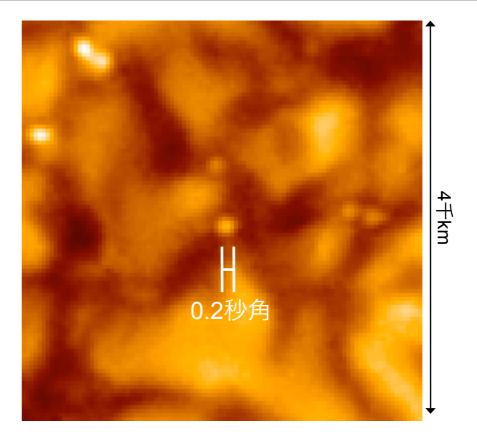




「ひので」の成果

• 可視域での回折限界像





- Note that G-band bright point has finite size and slight degradation due to onboard JPEG com
- More analysis with phase-diversity is being done.

・世界最高精度の軽量鏡(50cm, 12kg)



年次計画

- ・2004-2006年: HOP超広視野カメラプロジェクトでの検討
- ・2008年初頭: 超広視野近赤外ミッション検討グループ立ち上げ
- ・2008年度: JAXA宇宙科学研究本部 宇宙理学委員会 ワーキンググ ループ立ち上げ申請予定
- 2009-2010年度: 概念検討
- 2011-2013年度: 試作段階
- ・2014-2015年度: フライト品製作
- ・2016年頃: 打ち上げ

予算規模·推進体制

- ・打ち上げ費用を含め200-250億円を想定
- ・まずは宇宙研宇宙理学委員会へのWG設立申請
- ・ すばる、あかりを中心とする光赤外コミュニティへの浸透
- すばるからの発展: 国立天文台をR&Dの重要拠点として
 - ・大学の研究者の結集
 - 競争的資金獲得
- ・国際協力も視野に

超広視野近赤外スペースミッション: まとめ

- ・2010年代中盤に口径1.5m超広視野近赤外サーベイ望遠鏡
- ・地上から到達不能な深さ、圧倒的サーベイ領域
- すばるで切り拓いた広視野サイエンスの発展
- ・2010年代の大型計画と高い親和性
- ・光赤外天文学のスペースへのシフトの第一歩として必須